

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2002 Thomson Derwent. All rts. reserv.

011921977 **Image available**

WPI Acc No: 1998-338887/ 199830

XRPX Acc No: N98-265091

**Field emission type cold cathode used in display device - includes
concave electron emitting layer that is formed on substrate and beam
shaping electrode that is formed around electron emitting layer**

Patent Assignee: NEC CORP (NIDE); NIPPON ELECTRIC CO (NIDE)

Inventor: MAKISHIMA H

Number of Countries: 003 Number of Patents: 003

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 10125215	A	19980515	JP 96276113	A	19961018	199830 B
KR 98032930	A	19980725	KR 9753371	A	19971017	199932
US 6028391	A	20000222	US 97953407	A	19971017	200017

Priority Applications (No Type Date): JP 96276113 A 19961018

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 10125215	A		8	H01J-001/30	
US 6028391	A			H01J-001/02	
KR 98032930	A			H01J-001/30	

Abstract (Basic): JP 10125215 A

The cathode (11) comprises an electron emitting layer (5) formed as a thin film onto a substrate (1). The surface of electron emitting layer and the substrate is curved inwards to form concave shape.

A beam shaping electrode (2) is formed around the electron emitting layer. A gate electrode (4) is formed on the beam shaping electrode through an insulating layer.

ADVANTAGE - Reduces power consumption. Prevents divergence of electron beam. Improves resolution, contrast and colour clarity and brightness.

THIS PAGE BLANK (UNTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-125215

(43)公開日 平成10年(1998) 5月15日

(51)Int.Cl.⁴

識別記号

F I

H 0 1 J 1/30
31/12

H 0 1 J 1/30
31/12

A
C

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平8-276113

(22)出願日 平成 8 年(1996)10月18日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 巻島 秀男

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

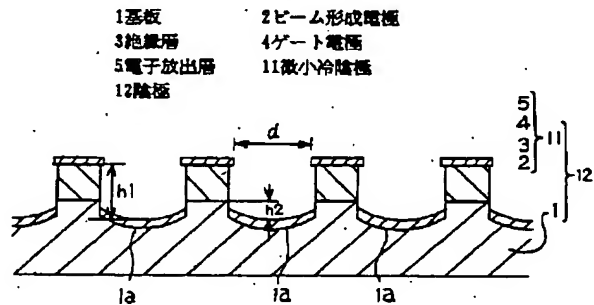
(74)代理人 弁理士 菅野 中

(54)【発明の名称】 電界放射薄膜冷陰極及びこれを用いた表示装置

(57)【要約】

【課題】 放出される電子ビームの電流量を制御する電圧を低減し、電子ビームの発散を防ぎ、ゲート電極に流入する電流を低減した電界放射薄膜冷陰極を実現し、この電界放射薄膜冷陰極を用いた表示装置の解像度、コントラスト、色純度を改善する。

【解決手段】 球状の曲面あるいは球状の曲面を模した複数の段差構造の基板1上に、仕事関数の小さい薄膜材料を形成した電子放出層5と、電子放出層5を囲み、電子放出層5よりも高い位置にあり、陰極電位のビーム形成電極あるいは陰極電位を基準として正または負電位のビーム形成電極2と、ビーム形成電極2上に絶縁層3を介して形成したゲート電極4で電界放射薄膜冷陰極11を構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電子放出層と、第1の電極と、第2の電極とを有する電界放射薄膜冷陰極であって、電子放出層は、金属あるいは半導体からなる基板上に離散的に形成されたものであり、

第1の電極は、前記電子放出層を取り囲み、前記電子放出層よりも前記基板から離れた位置に形成されたものであり、

第2の電極は、前記第1の電極上に絶縁層を介して形成されたものであり、

前記電子放出層の下の前記基板は、球面あるいは段差によって球面を模擬した構造となっているものであることを特徴とする電界放射薄膜冷陰極。

【請求項2】 第3の電極と、電子放出層と、第1の電極と、第2の電極とを有する電界放射薄膜冷陰極であって、

第3の電極は、絶縁基板上に形成されたものであり、電子放出層は、前記第3の電極上に離散的に形成されたものであり、

第1の電極は、前記電子放出層を取り囲み、前記電子放出層よりも前記絶縁基板から離れた位置に形成されたものであり、

第2の電極は、前記第1の電極上に絶縁層を介して形成されたものであり、

前記電子放出層の下の前記絶縁基板は、球面あるいは段差によって球面を模擬した構造となっているものであることを特徴とする電界放射薄膜冷陰極。

【請求項3】 前記電子放出層は、ダイヤモンド単結晶、ダイヤモンド多結晶、非晶質ダイヤモンドのいずれか一つあるいは少なくともいずれか二つを構成材料として備えることを特徴とする請求項1又は2に記載の電界放射薄膜冷陰極。

【請求項4】 前記電子放出層と前記第2の電極との間の距離は、前記第2の電極の開口の寸法の1/2よりも大きいものであることを特徴とする請求項1又は2に記載の電界放射薄膜冷陰極。

【請求項5】 請求項1から請求項4のいずれかの電界放射薄膜冷陰極を備えた表示装置。

【請求項6】 真空外囲器の一部となる前面ガラスと、前記前面ガラス上に形成した透明導電膜層と、前記透明導電膜層の上に形成した蛍光体層と、真空外囲器の一部となる裏面ガラスと、前記裏面ガラスの上に形成した請求項1から請求項4のいずれかの電界放射薄膜冷陰極を備えた表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、薄膜状の電子放出層から電子を放出する電界放射冷陰極と、これを用いて画像情報等を表示する平面ディスプレイ装置などの表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】微小な円錐状のエミッタと、エミッタのすぐ近くに形成され、エミッタからの電流を引き出す機能並びに電流制御機能を持つゲート電極とで構成された微小冷陰極をアレイ状に配列した電界放射冷陰極アレイ(FEA)が、C. A. Spindt等(Journal of Applied Physics, Vol. 39, No. 7, pp. 3504, 1968)およびH. F. Grayによって提案されている。

【0003】この提案されたFEAは、熱陰極と比較して高い電流密度が得られ、放出電子の速度分散が小さい等の利点を持つ。また、単一の電界放射陰極と比較して電流雑音が小さく、数10～200Vの低い電圧で動作し、比較的悪い真空度の環境でも動作する。

【0004】図7に示す平面ディスプレイ装置は、FEA70を電子源として行と列に並べ、対面する蛍光体に電子71を照射し蛍光体を発光させる平面ディスプレイ装置の構造となっている(IVMC'91 Technical Digest, pp. 6, 1991)。図7に示される平面ディスプレイ装置は、CRTディスプレイ装置と比較して体積と重量が小さく、消費電力が小さく、正確な図形表示が可能であるという特長を持っている。さらに、液晶によるディスプレイ装置と比較して、消費電力が小さく、蛍光体が発光する光は自発光であるため、視野角が広いという特長を持っている。

【0005】一方、電子源として、仕事関数が小さいダイヤモンド薄膜を使用し、上記FEAと違って微細構造を形成する必要がない表示素子が提案されており、この素子は電子放出電子素子と呼ばれるものであり、図8には、特開平6-36680号公報に開示された電子放出電子素子が示されている。

【0006】図8(a)は電子放出電子素子を示す平面図、(b)は電子放出電子素子を示す側面図である。図8に示すように、電子放出素子100は、ダイヤモンド電子放出部101とアノード102とから構成され、ダイヤモンド電子放出部101とアノード102は、支持基板103上に形成されている。ダイヤモンド電子放出部101は、単結晶あるいは多結晶のダイヤモンド薄膜で構成され、支持基板103上に付着させている。

【0007】ダイヤモンド結晶の仕事関数は、通常の金属やシリコンなどの半導体と比較して小さいため、極めて小さい電界で電子が放出される。すなわち、金属や半導体の電子放出電界がおおよそ $3 \times 10^7 \text{ V/cm}$ であるのに対し、ダイヤモンドでは $5 \times 10^5 \text{ V/cm}$ と、約2桁低い。このため、上記FEAと違って電界を集中させるための極めて鋭利な構造や、微細構造が不要になる。

【0008】また特開平6-208835号公報には、図9及び図10に示すように、ダイヤモンド材を電子源に用いた平面ディスプレイ装置が開示されている。図9

(a), (b)は1画素の部分を示す断面図であり、両者は、互いに90度回転した方向の断面を示している。図10は、図9に示す画素構造を用いた平面ディスプレイ装置を示す構造図である。

【0009】図9において、基板111上にストライプ状の導電層112が積層され、導電層112上に蛍光体層(陰極ルミネセンス層)113が積層されている。基板111と真空を介して対面するフェースプレート114には、導電層112と直交する導電層115が形成され、導電層115上にはダイヤモンド材層116が積層されている。導電層112と導電層115とが交差する部分が1画素となり、導電層112と導電層115との間に電圧を加えると、ダイヤモンド材層116から電子が放出され、その電子が蛍光体層113に衝突して蛍光体が発光する。

【0010】また図11に示すように、ダイヤモンド材層116の陰極とフェースプレート114との間の空間にストライプ状のグリッド117をグリッド支持部品118によって保持する構造が提案されている(SID 94 DIGEST, pp. 43, 1994)。

【0011】また特開平7-272618号公報には図12に示すように、絶縁膜124とゲート電極層125をダイヤモンド薄膜123上に積層形成した電子源構造が開示されている。また、特開平8-77917、8-77918号公報にも、絶縁膜とゲート電極層をダイヤモンド薄膜上に形成した電子源を用いた電界放出デバイス構造が開示されている。

【0012】さらに、特表平8-505259号公報には、図13に示すように、ゲート電極125と絶縁膜124で形成した空洞の底面に平面状のダイヤモンド薄膜131を形成した電子源構造が開示されている。

【0013】また、特開平8-115654号公報には、図14に示すように、ゲート電極144と絶縁層142で形成した空洞の底に薄膜141を形成した電子源の構造が開示されている。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】ところで、微細な針状のエミッタを並べたFEAを使用した平面ディスプレイ装置においては、エミッタ先端の曲率半径約10nm以下、ゲート電極開口径約1 μ mと微細な構造をディスプレイ画面全体に形成する必要がある。このためには、最先端のリソグラフィ技術を駆使する必要がある。特に、ゲート開口を形成するためのレジストの露光には、高分解能の露光装置が必要である。

【0015】しかし、このような高分解能の露光装置では、パターンを形成できる面積が広くならないため、大面積のディスプレイ装置を実現するには、何度も照射面積を移動させて露光する必要がある。この結果、装置の占有時間が長くなり、露光工程の処理時間が長くなる。さらに、エミッタを形成する蒸着(Spindtタイプ)

あるいはエッチング(Grayタイプ)工程において、表示面積全面において上記先端曲率半径やエミッタの高さを均一に形成するのは極めて困難である。

【0016】また図9、図10に示す平面ディスプレイ装置においては、低仕事関数のダイヤモンド材を電子源としているため、微細構造をリソグラフィーによって形成する必要がなく、高分解能の露光装置を使用する必要がなく、製造工程が簡単になり、平面ディスプレイ装置の構造が簡単になる。

【0017】しかし、このディスプレイ装置においては、カソード(導電層115)と、蛍光体を被着させたアノード(導電層112)との間の電圧によって電子の放出を制御しているが、カソードとアノードの間には10 μ m~100 μ m程度の距離があるため、電子放出に必要な電界を形成するには、この間の電圧を300V~500Vとする必要がある。電圧-電流特性が非直線性であることを利用しても、電流を変調する電圧は±80~±150Vが必要である。平面ディスプレイ装置では、水平及び垂直の画素数に相当する数の駆動回路が必要であるため、変調電圧が大きいと、外部の駆動回路の負担が極めて大きくなる。

【0018】さらに、アノードとカソードとの間の電圧を変えると、エミッション電流と同じに蛍光体を衝撃する加速電圧も変わるため、精密な調節、例えばカラーディスプレイの3原色のバランスの精密な調節が困難となる。

【0019】また、ダイヤモンド薄膜の微細構造は、必ずしも均一にはなっていないため、放出される電子の一部の方向がフェースプレート114および基板111と垂直にならず、横方向の速度成分を持つ。このため、隣の画素を電子が照射する可能性があり、表示画面の解像度やコントラストが低下し、特に、カラー平面ディスプレイ装置では、さらに色純度低下の恐れがある。

【0020】たとえば、アノード・ゲート間の電圧が200V、アノード・ゲート電極間の距離が50 μ mのとき、中心軸から30度の角度で放出された電子は、アノードが形成されたスクリーン上では約15 μ m離れた位置を照射する。

【0021】この影響を防ぐためには、1画素の陰極の面積に対し蛍光体の面積を大きくしたり、陰極とアノード(蛍光体)との間の距離を狭くして電子ビームが発散する前に蛍光体に当たるようにしたり、物理的に隣の画素の電子が到達しないような衝撃を形成する必要がある。このため、ディスプレイ装置の精細度が制限されたり、構造が複雑になる等の問題点が生じる。

【0022】また、図11に示す構造では、1 μ m \square ~数 μ m \square 程度の開口を持つグリッド117をフェースプレート114と電子源の間に保持する必要があるため、ディスプレイ装置の構造が複雑となる。さらに、上記微細構造を持つグリッド117を製作する必要があるため、微

細加工の問題が残る。

【0023】また、図12に示す構造では、ダイヤモンド薄膜123の表面の凹凸は必ずしも整列されていないため、放出された電子の横方向速度成分が大きく、しかも絶縁層124とゲート電極層125に形成された空洞の中には、ゲート開口の中心に向かう集束電界は存在しないため、放出された電子の多くはゲート電極125に当たり、ゲート電極125の開口を通り抜け利用できる電子の割合は小さい。このため、ゲート電極125を加熱し、これによる電力消費が無視できなくなる。さらに、ゲート電極125付近の温度上昇を引き起こし、内部の真空度を劣化させる恐れがある。

【0024】同様に、図13に示す構造においても、ダイヤモンド薄膜から放出された電子の多くはゲート電極に当たる恐れがある。

【0025】図14に示す構造においては、絶縁層142と陰極電極層143とが接する面よりも微小孔内で深い位置に電子放出物質からなる薄膜141を形成し、薄膜141付近の等電位面に放出電子に対して集束作用を持たせている。しかし、電子放出領域の直径に対し陰極電極層143に設けられたステップの高さは小さいため、集束作用をもたらす等電位面の曲がり角は薄膜141の極く周辺部に限られ、薄膜141の極く周辺部から放出された電子に対しては有効であるが、これ以外の部分から放出された電子は有効な集束作用を受けにくい。このため、多くの電子がゲート電極144に当たったり、ゲート電極144の開口を通り抜けた電子ビームの集束状態が不十分であるといった不都合がある。

【0026】本発明の目的は、薄膜から放出された電子がゲート電極に当たるのを防ぎ、電子の利用効率を上げ、消費電力の増加を防ぎ、信頼性の低下を防止し、また低い電流変調電圧で動作し、十分集束された電子ビームを形成し、表示画面品質の良い、電界放射薄膜冷陰極及びこれを用いた表示装置を提供することにある。

【0027】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明に係る電界放射薄膜冷陰極は、電子放出層と、第1の電極と、第2の電極とを有する電界放射薄膜冷陰極であって、電子放出層は、金属あるいは半導体からなる基板上に離散的に形成されたものであり、第1の電極は、前記電子放出層を取り囲み、前記電子放出層よりも前記基板から離れた位置に形成されたものであり、第2の電極は、前記第1の電極上に絶縁層を介して形成されたものであり、前記電子放出層の下の前記基板は、球面あるいは段差によって球面を模擬した構造となっているものである。

【0028】また第3の電極と、電子放出層と、第1の電極と、第2の電極とを有する電界放射薄膜冷陰極であって、第3の電極は、絶縁基板上に形成されたものであり、電子放出層は、前記第3の電極上に離散的に形成さ

れたものであり、第1の電極は、前記電子放出層を取り囲み、前記電子放出層よりも前記絶縁基板から離れた位置に形成されたものであり、第2の電極は、前記第1の電極上に絶縁層を介して形成されたものであり、前記電子放出層の下の前記絶縁基板は、球面あるいは段差によって球面を模擬した構造となっているものである。

【0029】また前記電子放出層は、ダイヤモンド単結晶、ダイヤモンド多結晶、非晶質ダイヤモンドのいずれか一つあるいは少なくともいずれか二つを構成材料として備えるものである。

【0030】また前記電子放出層と前記第2の電極との間の距離は、前記第2の電極の開口の寸法の1/2よりも大きいものである。

【0031】また本発明に係る電界放射薄膜冷陰極を用いた表示装置は、請求項1から請求項4のいずれかの電界放射薄膜冷陰極を備えたものである。

【0032】また真空外囲器の一部となる前面ガラスと、前記前面ガラス上に形成した透明導電膜層と、前記透明導電膜層の上に形成した蛍光体層と、真空外囲器の一部となる裏面ガラスと、前記裏面ガラスの上に形成したものである。

【0033】

【作用】微細構造を人為的に作る必要がなく、高精度のリソグラフィ装置を使用せずに製造でき、電流変調電圧が低く、ゲート電極に流入する電流が極めて小さい電子源を形成することができる。

【0034】また前記電子源を平面ディスプレイ装置に導入することにより、構造が簡単で、大面積化が容易で、電流変調電圧が低い装置を実現できる。さらに、隣の画素の蛍光体に当たる電子が少なくなるので、解像度、コントラストおよび色純度が改善される。

【0035】さらに、電流値と加速電圧を独立に設定できるため、画面の輝度、色相などを最適に調節することができる。電子ビームの発散が小さく、アノードで電流を引き出す必要がないため、カソードとアノードとの間の距離を必要十分な値に設定でき、真空排気抵抗を小さく押さえることができる。さらに、カソードとアノードとの間の絶縁の問題が緩和されるため、アノード電圧を高く設定でき、高い発光輝度と高い発光効率が実現できる。

【0036】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

【0037】（実施形態1）図1は、本発明の実施形態1に係る電界放射薄膜冷陰極の構造を示す断面図である。図1において、金属あるいは半導体の基板1には、単数あるいは複数の矩形形状の凹部1aが形成され、凹部1aの開口縁から上方に突き出た凸部は、ビーム形成電極2となっている。ビーム形成電極2上には絶縁層3が形成され、絶縁層3上には、薄膜あるいは厚膜の金属

材料からなるゲート電極4が積層されている。

【0038】基板1の凹部1aの底面は球面状になっており、凹部1aの球面状底面上には、仕事関数が小さい材料を使用した電子放出層5が形成されている。電子放出層5と、電子放出層5を取り囲むビーム形成電極2、絶縁層3およびゲート電極4とにより微小冷陰極11が形成され、単数あるいは複数の微小冷陰極11と基板1とにより陰極12が構成されている。

【0039】図2は、本発明の実施形態1に係る電界放射薄膜冷陰極の構造を示す斜視図である。図2に示すように、絶縁層3、ゲート電極4は、電子放出層5の周囲を取り囲んでおり、ゲート電極4は、電子放出層5に対応した部分が穴加工されてメッシュ状に形成されている。

【0040】絶縁層3、ゲート電極4、電子放出層5の寸法は、陰極12が使用される目的に応じて設定されるが、ゲート電極4の開口の寸法dは約 $5\mu\text{m}$ 〜数 $10\mu\text{m}$ 程度である。ゲート電極4の電圧が電子放出層5の全領域に有効な電界を与えるために、電子放出層5からゲート電極4までの距離h1は、ゲート電極4の開口寸法dの $1/2$ よりも大きく設定するのが望ましい。また、過大の集束作用を防ぐために、ビーム形成電極2の高さh2は、電子放出層5からゲート電極4までの距離h1の $1/2$ よりも小さく設定するのが望ましい。また、基板1の電子放出層5が形成されている部分の形状は、球面あるいは球面に近い曲面を有し、その曲率半径の中心は、ゲート電極4付近あるいは、これよりも離れた位置にあることが望ましい。

【0041】基板1には、たとえばシリコンのような半導体材料あるいは金属が使用され、絶縁層3には、シリコンの酸化物あるいはシリコンの窒化物等が使用される。ゲート電極4には、半導体素子製造で用いられる配線材料を使用することができるが、タングステン、モリブデン、ニオブなどの耐熱材料および、これらの化合物を用いることが望ましい。電子放出層5は、仕事関数が小さい材料を含む材料であるが、望ましくは単結晶ダイヤモンド、多結晶ダイヤモンド、非晶質ダイヤモンドのうちの一つあるいは、これらのうちの二つあるいは全てを含有する材料を用いる。

【0042】ここで、非晶質ダイヤモンドとは、カーボンのレーザーアブレーション技術等によって形成される薄膜のことであり、アモルファス状態あるいは極く小さい形状のダイヤモンド結晶状態あるいは、これらが混在している状態のものをいう。

【0043】陰極12を動作させるには、ゲート電極4に基板1および電子放出層5の電位に対して約 10V 〜数 10V の電圧を印加し、この電圧により電子放出層5から電子が放出する。

【0044】図3には、電子放出層5から電子が放出するときの等電位線6と電子ビーム7の軌道を示してい

る。ビーム形成電極2と球面状の電子放出層5によって電子放出層5の付近には、放出された電子を中心部に集めるような等電位線6が作られ、電子ビーム7の軌道が集束される。このため、放出された電子のほとんど全ては、ゲート電極4および絶縁層3には当たらずにゲート電極4の開口を通り抜ける。

【0045】(実施形態2)図4は、本発明の実施形態2に係る電界放射薄膜冷陰極の構造を示す断面図である。図4に示す実施形態2は、図1と異なり、電子放出層5が形成された部分の基板1には、最下層の第1平面8と第2平面9で構成された1段の段差が形成され、第1平面8と第2平面9で模擬的な球面構造を構成している。ビーム形成電極2、第1平面8、第2平面9によって電子放出層5付近の集束電界を形成する。

【0046】(実施形態3)図5は、本発明の実施形態3に係る電界放射薄膜冷陰極の構造を示す断面図である。図5に示す実施形態3は、図1と異なり、電子放出層5が形成された部分の基板1には、最下層の第1平面8と第2平面9と第3平面10で構成された2段の段差が形成されており、第1平面8と第2平面9と第3平面10とにより模擬的な球面構造を構成している。ビーム形成電極2、第1平面8、第2平面9、第3平面10によって電子放出層5付近の集束電界を形成する。各段差にはプロセス上の工夫によってだれを形成し、電子放出層5の不連続性の発生を防止し、より球面に近い構造を実現している。

【0047】電子放出層5の上面開口形状は矩形以外の形状、例えば六角形や円形でも電子放出を制御することができる。例えば、電子放出層5の形状が円形の場合、電子放出層5の表面における放出軸方向の電界強度分布は最も均一になるが、有効面積率すなわち全陰極面積に対する電子放出面積は小さい。一方、電子放出層5の形状が六角形の場合、電子放出層5の表面における電界強度分布は矩形のパターンよりも均一であるため、ゲート電極4の電流制御性が改善され、より低い電圧で電流が制御できる。さらに、有効面積率は矩形パターンと同じであるため、円形開口の場合より多くの陰極電流を取り出すことができる。

【0048】また、基板1を絶縁体で形成し、電子放出層5の下に陰極電極層、絶縁層の下にビーム形成電極層をそれぞれ作り、ビーム形成電極層と陰極電極層に別々の電圧を印加することができる。これによって、電子放出層から放出される電子に対するゲート電極を通過する電子の割合が最大になるように設定することができる。さらに、スクリーンにおける電子ビームスポット形状を最小に設定することも可能になる。

【0049】(実施形態4)図6は、本発明の実施形態4に係る平面ディスプレイ装置の構造を示す断面図である。図6に示す平面ディスプレイ装置は、図1〜図5の電界放射薄膜冷陰極を用いたものである。

【0050】図6において、前面ガラス21は真空外囲器の一部となり、真空の内側の表面に、透明導電膜（ITO膜）の陽極（アノード）23が積層され、陽極23の陰極12側の上には蛍光体24が積層されている。裏面ガラス22は真空外囲器の一部となり、裏面ガラス22と前面ガラス21とは、約数10 μ m～数100 μ mの狭い真空の空間25を介して対面している。裏面ガラス22の真空側の表面には陰極12が形成されている。

【0051】陰極12の基板1とゲート電極4は複数のストライプ状に形成され、互いに直交する。陰極12のストライプとゲート電極4のストライプが行および列の走査電極となり、両者が交差する部分が1画素の電子源となる。図6において、1画素は2 \times 2の4個の微小陰極11で構成されている例を示しているが、単数あるいは複数の微小陰極11で構成することもできる。

【0052】図6に示す平面ディスプレイ装置を動作させるには、ゲート電極4と基板1との間に、ゲート電極4が正になる数V～数10Vの電圧を印加し、陽極23に陰極12の基板1に対して100V～数100Vの電圧を印加する。この結果、選ばれた画素の微小陰極11からは電子が放出され、蛍光体24を衝撃してこれを発光させる。

【0053】なお、画素ごとに陽極23と蛍光体24を2～3に分割し、異なった発光特性の蛍光材料を使用すれば、カラーの平面ディスプレイ装置を構成できる。

【0054】本実施形態に示す平面ディスプレイ装置においては、陰極12のビーム形成電極2で作られる電界によって電子ビームが集束されるため、隣の画素の蛍光体に当たる電子が少なくなり、解像度、コントラストおよび色純度が改善される。

【0055】さらに、電流値と加速電圧を独立に設定できるので、画面の輝度、色相等を最適に調節することができる。電子ビームの発散が小さく、アノードで電流を引き出す必要がないため、カソードとアノードとの間の距離を狭くする必要がなくなる。従って、それらを必要十分な値に設定でき、真空排気抵抗を小さく抑えることができる。カソード・アノード間隔を大きくできれば、カソード・アノード間の絶縁の問題が緩和されるので、アノード電圧を高くでき、高い発光輝度と高い発光効率が実現できる。

【0056】また、実施形態4においては、実施形態1の電界放射薄膜冷陰極を用いて説明したが、実施形態2あるいは実施形態3の電界放射薄膜冷陰極を用いても、その実施形態で説明した特長を活かして平面ディスプレイ装置を構成できる。

【0057】さらに、実施形態4では行と列の走査を組み合わせて画像情報を表示する平面ディスプレイ装置の例を示したが、ゲート電極4あるいは陰極電極層10を文字、数字あるいは図形の形に形成し、この形に応じて蛍光体を発光させるVFD（蛍光表示デバイス）とする

こともできる。

【0058】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、電流変調電圧の低い電子源を、微細構造を人為的に作らず、高精度のリソグラフィー装置を使用せずに製造できる。

【0059】この電子源を平面ディスプレイ装置に導入することにより、構造が簡単で、大面積化が容易で、電流変調電圧が低い装置を実現できる。さらに、隣の画素の蛍光体に当たる電子が少なくなるので、解像度、コントラストおよび色純度を改善することができる。

【0060】さらに、電流値と加速電圧を独立に設定できるので、画面の輝度、色相等を最適に調節することができる。電子ビームの発散が小さく、アノードで電流を引き出す必要がないので、カソードとアノードとの間の距離を必要十分な値に設定でき、真空排気抵抗を小さく抑えることができるとともに、アノード電圧を高くできるので、高い発光輝度と高い発光効率を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1に係る電界放射薄膜冷陰極を示す断面図である。

【図2】本発明の実施形態1に係る電界放射薄膜冷陰極を示す斜視図である。

【図3】本発明の実施形態1に係る電界放射薄膜冷陰極の等電位線と電子ビーム軌道を示す図である。

【図4】本発明の実施形態2に係る電界放射薄膜冷陰極を示す断面図である。

【図5】本発明の実施形態3に係る電界放射薄膜冷陰極を示す断面図である。

【図6】本発明の実施形態4に係る平面ディスプレイ装置を示す断面図である。

【図7】IVMC' 91 Technical Digest, pp. 6, 1991に開示された従来技術の平面ディスプレイ装置を示す構造図である。

【図8】(a)は、特開平6-36680号公報に開示された従来技術のダイヤモンドフィルム電子源を用いた電子素子を示す平面図、(b)は、同断面図である。

【図9】特開平6-208835号公報に開示された従来技術のダイヤモンド電子源を用いた平面ディスプレイ装置を示す断面図であって、(a)、(b)は互いに90度回転した切断面図である。

【図10】特開平6-208835号公報に開示された従来技術のダイヤモンド電子源を用いた平面ディスプレイ装置を示す構造図である。

【図11】SID 94 DIGEST, pp. 43, 1994に開示された従来技術の平面ディスプレイ装置を示す断面図である。

【図12】特開平7-272618号公報に示された従来技術のダイヤモンド電子源を用いた平面ディスプレイ装置を示す構造図である。

【図13】特開平8-505259号公報に開示された従来技術のダイヤモンド電子源を用いた平面ディスプレイ装置を示す構造図である。

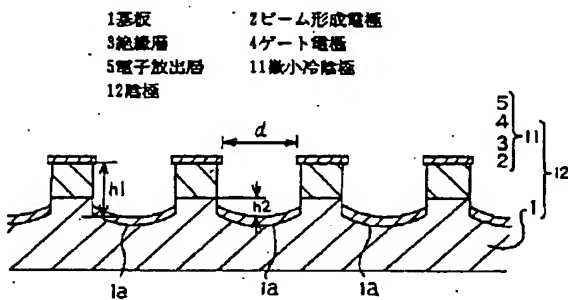
【図14】特開平8-115654号公報に開示された従来技術のダイヤモンド電子源を用いた平面ディスプレイ装置を示す構造図である。

【符号の説明】

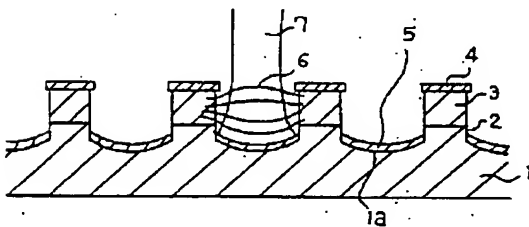
- 1 基板
- 2 ビーム形成電極
- 3 絶縁層
- 4 ゲート電極
- 5 電子放出層

- 6 等電位線
- 7 電子ビーム
- 8 第1平面
- 9 第2平面
- 10 第3平面
- 11 微小冷陰極
- 12 陰極
- 21 前面ガラス
- 22 裏面ガラス
- 23 陽極
- 24 蛍光体
- 25 空間

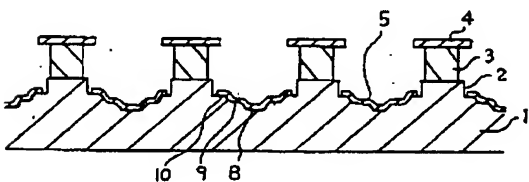
【図1】



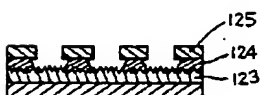
【図3】



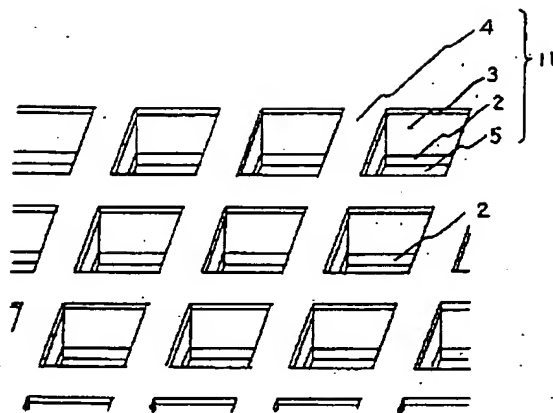
【図5】



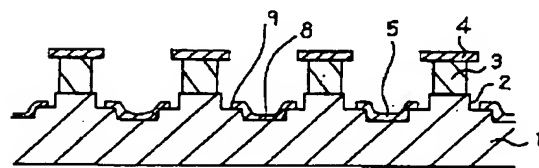
【図12】



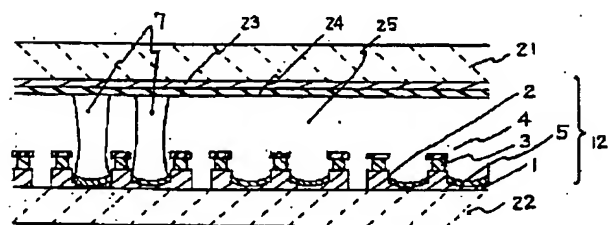
【図2】



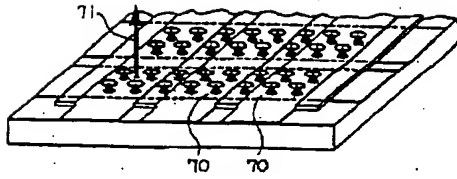
【図4】



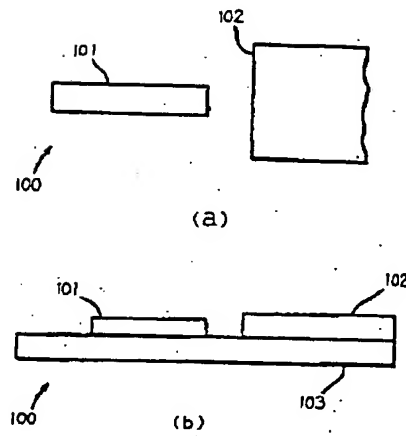
【図6】



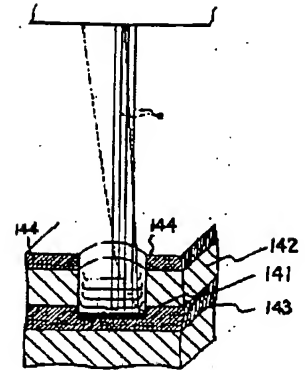
【図7】



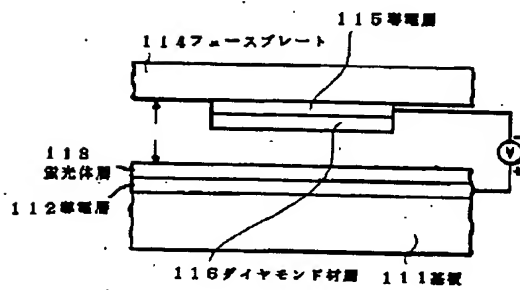
【図8】



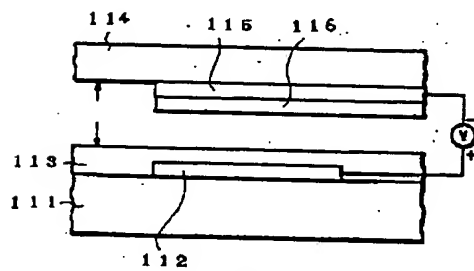
【図14】



【図9】

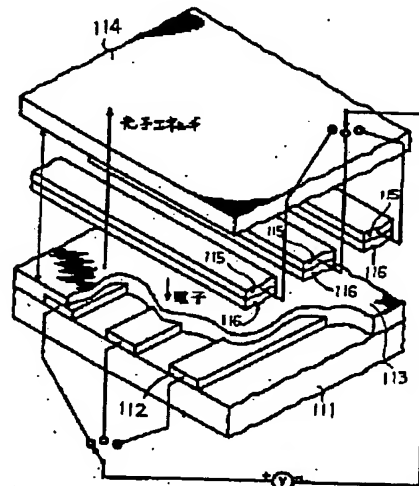


(a)

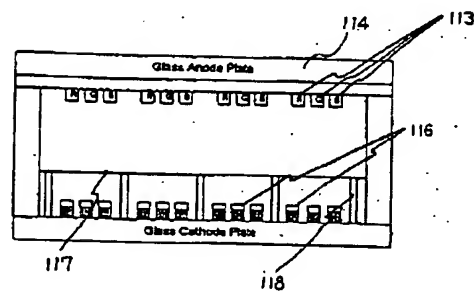


(b)

【図10】



【図11】



【図13】

